



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑨⑦ EP 0 750 115 B 1

⑩ DE 696 04 972 T 2

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 04 B 27/10

- ②① Deutsches Aktenzeichen: 696 04 972.4  
⑨⑥ Europäisches Aktenzeichen: 96 109 731.8  
⑨⑥ Europäischer Anmeldetag: 18. 6. 1996  
⑨⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 27. 12. 1996  
⑨⑦ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 3. 11. 1999  
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 27. 4. 2000

③⑩ Unionspriorität:

15317995 20. 06. 1995 JP  
28615695 02. 11. 1995 JP

⑦③ Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Toyoda Jidoshokki Seisakusho,  
Kariya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:

Grießbach und Kollegen, 70182 Stuttgart

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

⑦② Erfinder:

Kimura, Kazuya, K.K. Toyoda Jidoshokki  
Seisakusho, Kariya-shi, Aichi-ken, JP; Hiramatsu,  
Osamu, K.K. Toyoda Jidoshokki Seisakusho,  
Kariya-shi, Aichi-ken, JP; Kanzaki, Shigeki, K.K.  
Toyoda Jidoshokki Seisakusho, Kariya-shi,  
Aichi-ken, JP

⑤④ Taumelscheibenkompressor mit veränderlicher Förderleistung und mit einer verbesserten Gelenkvorrichtung zur Neigungsunterstützung einer Taumelscheibe

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 04 972 T 2

DE 696 04 972 T 2

17.10.99

EP 96 109 731.8

#### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

##### 1. Bereich der Erfindung

Die Erfindung betrifft allgemein einen Taumelscheiben-Kompressor oder -Verdichter mit veränderlicher Leistung und betrifft im besonderen Gelenkmittel zur dreh- oder schwenk- und schrägstellbaren Stützung einer Taumelscheibe eines Taumelscheiben-Verdichters mit veränderlicher Leistung, der zur Verwendung in einem Fahrzeug-Klimatisierungssystem geeignet ist.

##### 2. Beschreibung des Standes der Technik

Herkömmliche Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung sind in der US-PS Nr. 4 073 603 (Abendschein et al.) und in der Offenlegungsschrift der Gebrauchsmusteranmeldung (Kokai) Nr. 1-114988 offenbart. Beispielsweise ist der letztgenannte

Verdichter mit einer Gelenkeinheit versehen, die in Fig. 4 gezeigt ist, wobei ein Rotor 91 an einer in einem Kurbelraum angeordneten Antriebswelle 90 befestigt ist und in dem Rotor 91 ein Langloch 91a ausgebildet ist. Wie am besten aus Fig. 5 ersichtlich, liegt das Langloch 91a des Rotors 91 parallel zu einer Ebene, welche durch die Mittelachse "y" der Antriebswelle 90 und den oberen Totpunkt einer drehbaren Taumelscheibe 93 bestimmt ist, und das Langloch 91a erstreckt sich von radial außenstehend auf die Mittelachse "y" der Antriebswelle 90 zu, so daß sich ein inneres Ende des Langlochs 91a benachbart zu der Mittelachse "y" der Antriebswelle befindet. Die gegenüberliegenden Enden eines Abschnitts des Langlochs 91a, senkrecht zu dessen Mittellinie "S" betrachtet, erstrecken sich linear, so daß sie parallel zu einer Ebene sind, die senkrecht zu der Drehachse der Antriebswelle 90 liegt. Ein Verbindungsstift 92 ist verschieblich in das Langloch 91a des Rotors 91 eingesetzt und weist ein äußeres Ende auf, welches mit der drehbaren Taumelscheibe 93 über eine Halterung 93a der drehbaren Taumelscheibe 93 verbunden ist, so daß die drehbare Taumelscheibe 93 sich hin- und herneigen kann. Eine nicht-rotierende Taumelplatte (nicht gezeigt) ist verschieblich mit der drehbaren Taumelscheibe 93 verbunden, und zwischen der Taumelplatte und jedem der Kolben, die in mehreren, in einem Zylinderblock des Verdichters ausgebildeten Zylinderbohrungen aufgenommen sind, ist jeweils eine Kolbenstange vorgesehen.

Bei dem beschriebenen konventionellen Verdichter wird die Drehung der Antriebswelle 90 in eine Drehung der drehbaren Taumelscheibe 93 und eine Taumelbewegung der Taumelplatte umgewandelt, und zwar durch die Wirkung der Gelenkeinheit "K". Die Taumelbewegung der Taumelplatte wird in die Hin- und Herbewegung der einzelnen Kolben umgesetzt. In diesem Fall wird der Druck im Kurbelgehäuseraum durch ein Regelventil (in der Zeich-

nung nicht gezeigt) geregelt. Dementsprechend wird der Neigungswinkel der Taumelplatte verändert, und damit verändert sich auch der Hub jedes Kolbens. Dementsprechend verändert sich die Förderleistung des Verdichters. Hierbei werden die hin- und hergehende Kippbewegung der drehbaren Taumelscheibe 93 und die Wank- oder Nutationsbewegung der Taumelplatte durch das Langloch 91a begrenzt, welches einen vorgegebenen Krümmungsradius aufweist. Demgemäß bleibt trotz Änderung des Neigungswinkels der drehbaren Taumelscheibe 93 der obere Totpunkt der Taumelplatte in der Hin- und Her-Richtung unverändert, mit dem Ergebnis, daß das obere Spiel jedes Kolbens in der entsprechenden Zylinderbohrung im oberen Totpunkt des Kolbens annäherungsweise Null wird.

Jedoch ist es bei einem Verdichter der im vorstehenden beschriebenen Art so, daß, weil an den Kolben während dessen Ansaughubs eine Saugkraft angreift, die Saugkraft auch an die drehbare Taumelscheibe 93 angreift, und zwar in einem Bereich vom oberen Totpunkt bis zur nacheilenden oder Nachlaufseite derselben, bezogen auf die Drehrichtung der Antriebswelle 90 (d.h. in etwa der rechten Hälfte der Taumelscheibe 93 in Fig. 4). Da andererseits auf den Kolben während dessen Verdichtungshubs eine aus der Kompression folgende Reaktionskraft wirkt, greift die aus der Kompression folgende Reaktionskraft auch an der drehbaren Taumelscheibe 93 an, und zwar in einem Bereich derselben, der sich vom oberen Totpunkt bis zur voreilenden oder Vorlaufseite, bezogen auf die Drehrichtung der Antriebswelle 90, erstreckt, d.h. in etwa der linken Hälfte der Taumelscheibe 93 von Fig. 4. So wird also bei dem oben beschriebenen Verdichter die Nachlaufseite der Taumelscheibe 93, bezogen auf die Drehrichtung der Antriebswelle 90, von dem Rotor 91 entfernt, während die Vorlaufseite der Taumelschei-

17.12.99

4

be 93, bezogen auf die Drehrichtung der Antriebswelle 90, gegen den Rotor 91 gedrückt wird.

Bei den in der Offenlegungsschrift der Gebrauchsmusteranmeldung (Kokai) Nr. 1-114988 offenbarten Verdichtern ist die drehbare Taumelscheibe 93 mit der Antriebswelle 90 über eine zylindrische Hülse oder Buchse (in den Figuren 4 und 5 nicht gezeigt) verbunden, und diese zylindrische Hülse stützt die drehbare Taumelscheibe 93 über Drehzapfen in der Weise, daß sie in einer Richtung parallel zur Mittelachse "y" der Antriebswelle 90 gleitet und hin- und her wankt oder kippt (nutiert). Somit wird die drehbare Taumelscheibe 93 daran gehindert, eine unkontrollierte Drehbewegung in einer Richtung auszuführen, die von der Richtung der Wankbewegung bezüglich des Rotors 91 verschieden ist, und zwar selbst dann, wenn die Saugkraft und die aus der Kompression folgende Reaktionskraft an der drehbaren Taumelscheibe 93 angreifen.

Nun muß aber, damit die drehbare Taumelscheibe 93 die hin- und hergehende Wank- oder Kippbewegung gleichmäßig ausführen kann, zwischen der zylindrischen Hülse und der Antriebswelle 90 ein kleiner Spalt vorgesehen sein. Also wird die drehbare Taumelscheibe 93 durch die im vorangegangenen beschriebene Saugkraft und aus der Kompression folgende Reaktionskraft leicht in einer Richtung verdreht, die von der Richtung des Hin und Hers bezüglich des Rotors 91 verschieden ist (z.B. wird die drehbare Taumelscheibe 93 um einen Winkel " $\alpha$ " verdreht, und es kommt zu einem punktförmigen Kontakt zwischen dem Verbindungsstift 92 und dem Langloch 91a in einem Punkt "I" in den Figuren 4 und 5. Somit werden die Saugkraft und die aus der Kompression folgende Reaktionskraft konzentrisch in dem Punkt "I" aufgenommen.

Des weiteren wird ein von der Antriebswelle 90 ausgeübtes Eingangsdrehmoment von dem Rotor 90 auf die drehbare Taumelscheibe 93 über die Gelenkeinheit "K" übertragen. Wenn also die drehbare Taumelscheibe 93 konstant um einen kleinen Winkel in der Richtung verdreht wird, die von der exakten Richtung des Hin und Hers bezüglich des Rotors 91 verschieden ist, muß das Drehmoment in dem Punkt I konzentrisch aufgenommen werden.

Bei dem herkömmlichen Verdichter ist demnach die zur Regulierung der hin- und hergehenden Kippbewegung der Taumelscheibe 93 vorgesehene Gelenkeinheit "K" einem abnormalen Abrieb unterworfen, wenn der Verdichter im Schnellauf betrieben wird und wenn der Verdichter mit hohem Verdichtungsverhältnis arbeitet.

Auf ähnliche Probleme trifft man in dem Fall, daß unter dem Aspekt der leichten Herstellbarkeit des internen Mechanismus des Verdichters ein Hülselement mit kugelförmiger Stützfläche verschieblich auf einer Antriebswelle angeordnet wird, so daß eine hin- und hergehende Wankbewegung bzw. eine Drehbewegung der drehbaren Taumelscheibe unterstützt wird, wobei ein Paar von gleichen Gelenkeinheiten in Positionen zu beiden Seiten des oberen Totpunkts der drehbaren Taumelscheibe angeordnet sind.

Des weiteren erfährt, durch entsprechende Anpassung einer Anordnung der Gelenkeinheit, das Ausmaß eines im oberen Totpunkt jedes Kolbens definierten Zwischenraums oder Spiels "TC" bei der Änderung des Neigungswinkels der Taumelscheibe von der Position des kleinsten Neigungswinkels in die Position des größten Neigungswinkels eine Veränderung entlang einer Kurve, die eine nach oben gewölbte Krümmung beschreibt. So ergibt es sich zum Beispiel, wie die Kurve "A" in Fig. 6 zeigt, in dem Fall, daß das Spiel TC im oberen Totpunkt jedes Kolbens so gesetzt ist, daß es ein optimales Ausmaß zeigt, wenn die Tau-

17.12.99

6

melscheibe die Position des kleinsten Neigungswinkels einnimmt, daß sich das Ausmaß des Spiels "TC" ungünstig steigert, wenn die Taumelscheibe die Position des größten Neigungswinkels einnimmt. Andererseits, wie die Kurve "B" in Fig. 6 zeigt, wenn das Spiel TC im oberen Totpunkt jedes Kolbens so gesetzt ist, daß es einen optimalen Wert zeigt, wenn die Taumelscheibe die Position des maximalen Neigungswinkels einnimmt, dann erhöht sich das Ausmaß des Spiels "TC" ungünstig in dem Zeitpunkt, in dem die Taumelscheibe die Position des kleinsten Neigungswinkels einnimmt. Insbesondere kann aufgrund dessen, daß sich das Ausmaß des Spiels "TC" im oberen Totpunkt der Kolben um einen großen Betrag ändert, ein ausreichender volumetrischer Wirkungsgrad des Verdichters nicht erreicht werden.

Die deutsche Patentschrift 42 90 951 offenbart einen Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung, worin die Taumelscheibe von einem Rotor dreh- oder schwenkbar gestützt ist, und zwar über Gelenkmittel, welche ein zylindrisches, geführtes Element, welches in einem Kugellagerelement geführt ist, umfassen. Ferner befindet sich bei diesem Taumelscheiben-Verdichter die Position, um die die Taumelscheibe gedreht wird, um ihren Neigungswinkel zu verändern, auf der Drehachse der Antriebswelle, und eine zylindrische Hülse mit Drehzapfen ist zwischen der Taumelscheibe und der Antriebswelle angeordnet, um die Taumelscheibe um diese Position drehen zu lassen.

Die deutsche Offenlegungsschrift 44 11 926 offenbart einen Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und Anspruch 3. Bei diesem Taumelscheiben-Verdichter befindet sich die Position, um welche die Taumelscheibe gedreht wird, um ihren Neigungswinkel zu ändern, auf der Drehachse der Antriebswelle, und zwischen der Taumelscheibe und der Antriebswelle ist eine kugelige Hülse oder eine

17.12.99

7

zylindrische Hülse mit radialen Drehzapfen angeordnet, um die Taumelscheibe um diese Position drehen zu lassen.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Demnach liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Taumelscheiben-Kompressor oder -Verdichter mit veränderlicher Leistung zu schaffen, welcher eine Gelenkeinheit zum neigbaren Stützen einer Taumelscheibe aufweist, die eine verbesserte Beständigkeit gegenüber abnormalem Verschleiß aufweist, selbst wenn die Taumelscheibe um eine bezogen auf die Drehachse der Antriebswelle senkrecht verlaufende Achse während des Betriebs des Verdichters verdreht wird, und welcher leicht herzustellen und zu montieren ist.

Diese Aufgabe wird durch einen Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 3 erfüllt.

Der erfindungsgemäße Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung umfaßt eine Gelenkeinheit, welche derart verbessert ist, daß eine Änderung des oberen Spiels der jeweiligen Kolben auf das kleinstmögliche Ausmaß reduziert ist, unabhängig von einer Änderung in der Leistung des Verdichters, um so einen optimalen volumetrischen Wirkungsgrad des Verdichters zu erhalten.

Weil der vordere Teil des Abschnitts der Führungsfläche eine zu dem kugeligen Element des mit der Taumelscheibe verbundenen Führungsstiftes komplementäre Kreisbogenfläche aufweist, kann das kugelige Element des Führungsstiftes konstant und stabil



einen linienförmigen Kontakt mit der Führungsfläche aufrechterhalten, selbst wenn die Taumelscheibe während des Betriebs des Verdichters um die zur Drehachse der Antriebswelle senkrechte Achse bezogen auf den Rotor verdreht wird. Deshalb können die Saugkraft und die aus der Kompression folgende Reaktionskraft, die an der Taumelscheibe angreifen, sowie eine auf die Taumelscheibe wirkende Drehmomentkomponente sicher durch den Linienkontaktbereich des kugeligen Elements des mit der Taumelscheibe und der Führungsfläche des Stützarms des Rotors verbundenen Führungsstiftes abgetragen werden. Ferner erstreckt sich bei dem beschriebenen Aufbau der Gelenkeinheit die Führungsfläche des Stützarms des Rotors, einschließlich eines Bereichs mit einem kreisbogenförmigen Abschnitt, parallel zu einer Ebene, welche eine andere Ebene schneidet, bezüglich der die Drehachse des Rotors senkrecht steht. Somit kann ein von der Antriebswelle ausgeübtes Drehmoment sicher auf das kugelige Element des Führungsstiftes und dann wiederum auf die Taumelscheibe über den Rotor übertragen werden.

Ferner ermöglicht es die Gelenkeinheit des Taumelscheiben-Verdichters mit veränderlicher Leistung gemäß Anspruch 1, daß die jeweiligen Kolben ein annähernd wertgleiches Ausmaß ihres oberen Spiels bei der maximalen und bei der minimalen Kompressions- oder Verdichtungsleistung des Verdichters aufweisen, und eine Veränderung in dem oberen Spiel der Kolben kann auf einen kleinen Betrag über den gesamten Verdichtungsleistungsbereich des Kompressors unterdrückt werden. Folglich kann der volumetrische Wirkungsgrad des Verdichters konstant und optimal sein, trotz Wechsel der Verdichtungsleistung des Kompressors von maximaler nach minimaler Leistung.

Anspruch 2 betrifft eine besondere Ausführungsform des Verdichters gemäß Anspruch 1.

17.12.99

9

Im besonderen kann bei der beschriebenen Gelenkeinheit für einen Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung, weil die oben beschriebene Führungsfläche des Stützarms eine bestimmte Gestalt aufweist, die mit dem kugeligen Element des Führungsstiftes zusammenwirkt, das obere Spiel der jeweiligen Kolben bei der maximalen und bei der minimalen Verdichtungsleistung des Kompressors mit Sicherheit wertgleich sein.

Der Taumelscheiben-Verdichter nach Anspruch 3 kann so montiert werden, daß eine mechanische Kollision der Kompressionsenden der Kolben mit dem oder den anderen Elementen des Verdichters sicher vermieden wird, dadurch, daß lediglich das obere Spiel der Kolben bei der maximalen Verdichtungsleistung des Verdichters korrekt gesetzt wird. Folglich kann die Montage des Verdichters vereinfacht werden. Weiter, weil das obere Spiel der jeweiligen Kolben bei der maximalen Verdichtungsleistung auf den Zustand des kleinsten Spiels gesetzt ist, kann der volumetrische Wirkungsgrad des Verdichters bei der maximalen Verdichtungsleistung maximal sein, also dann, wenn vom Verdichter die größte Kühlleistung verlangt wird.

Anspruch 4 betrifft eine besondere Ausführungsform des Verdichters nach Anspruch 3, worin das obere Spiel der jeweiligen Kolben des Verdichters bei der maximalen Verdichtungsleistung den Zustand des kleinsten Spiels aufweisen kann.

Die Ansprüche 5 und 6 betreffen besondere Ausführungsformen der Verdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche.

## KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

Die obengenannten und weiteren Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit der beigefügten zeichnerischen Darstellung, worin:

- Fig. 1 ein Längsschnitt eines Taumelscheiben-Verdichters mit variabler Leistung, in dem eine Gelenkeinheit gemäß der ersten und zweiten Ausführungsform aufgenommen ist;
- Fig. 2 ein Querschnitt eines wichtigen Bereichs der Gelenkeinheit des Verdichters von Fig. 1, aus der der Detailaufbau der Gelenkeinheit hervorgeht;
- Fig. 3 eine Explosionszeichnung in der Draufsicht der Gelenkeinheit, die in dem Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung von Fig. 1 aufgenommen ist;
- Fig. 4 eine Teildarstellung einer Gelenkeinheit nach dem Stand der Technik;
- Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung der Gelenkeinheit nach dem Stand der Technik, aus der die Beziehung zwischen der Führungsfläche und dem kugeligen Element des Führungstiftes hervorgeht; und
- Fig. 6 einen Graphen mit charakteristischen Kurven des Zusammenhangs zwischen dem Neigungswinkel einer Taumelscheibe eines Taumelscheiben-Verdichters mit veränderlicher Leistung und dem oberen Spiel der

17.12.99

11

jeweiligen Kolben, für den Stand der Technik und die vorliegende Erfindung.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Es wird nun auf die Figuren 1 und 2 Bezug genommen, gemäß welchen der Verdichter ein vorderes Gehäuse 2 aufweist, welches mit einer Seite eines Zylinderblocks 1 verbunden ist, welcher einen Teil einer kompletten Gehäuseeinheit bildet, und ein hinteres Gehäuse 3, welches über eine Ventilplatte 4 mit der anderen Seite des Zylinderblocks 1 verbunden ist. Eine Antriebswelle 6, welche eine Drehachse "y" aufweist, ist in einem durch den Zylinderblock 1 und das vordere Gehäuse 2 gebildeten Kurbelraum 5 vorgesehen. Die Antriebswelle 6 ist drehbar in Wälzlagern 7a, 7b aufgenommen. In dem Zylinderblock 1 sind an mehreren Stellen rund um die Antriebswelle 6 mehrere Zylinderbohrungen 8 ausgebildet. In jeder der Zylinderbohrungen 8 des Zylinderblocks 1 ist jeweils ein Kolben 9 aufgenommen.

In dem Kurbelraum 5 ist ein Rotor 10 auf der Antriebswelle 6 derart angeordnet, daß er sich, mit Unterstützung durch ein gegen ein inneres Ende des vorderen Gehäuses 2 anliegendes Axialdrucklager 8, zusammen mit der Antriebswelle 6 dreht. Eine Taumelscheibe 11 mit einem in ihr ausgebildeten Durchgangsloch 20 ist über das axiale Durchgangsloch 20, dessen Herstellung mittels eines Bohrwerkzeugs und eines Schaftfräasers erfolgt, mit der Antriebswelle 6 verbunden. Im einzelnen ist das Durchgangsloch 20 der Taumelscheibe 11 mit einem zylindrischen Lochbereich 20a ausgebildet, der mit Hilfe des Bohrers hergestellt wird, und mit einem gekrümmten Lochbereich 20b, dessen Herstellung mit Hilfe des Schaftfräswerkzeugs so ausgeführt

wird, daß er eine zylindrisch gekrümmte Oberfläche aufweist, welche sich bezüglich einer Achse erstreckt, um die die Taumelscheibe 11 gedreht wird, um ihren Neigungswinkel zu verändern. Der gekrümmte Lochbereich 20b grenzt an den zylindrischen Lochbereich 20a an.

Das Durchgangsloch 20 der Taumelscheibe 11 weist ein Paar von ebenen Innenwandungen (nicht gezeigt) auf, die sich parallel zu der Drehachse "y" der Antriebswelle 6 erstrecken, um die Drehbewegung der Taumelscheibe 11 um die obengenannte Achse veränderlich zu führen.

Eine um die Antriebswelle 6 angeordnete Schubfeder 12 ist zwischen dem Rotor 10 und der Taumelscheibe 11 angeordnet. Die Schubfeder 12 drückt die Taumelscheibe 11 in Richtung des hinteren Gehäuses 3.

Halbkugelförmige Schuhe 14, 14 treten mit dem äußeren Umfangsbereich der drehbaren Taumelscheibe 11 in Kontakt, und die äußeren Umfangsoberflächen dieser Schuhe 14, 14 stehen mit kugelförmigen Stützflächen des Kolbens 9 in Verbindung. Auf diese Weise stehen die mehreren Kolben 9 an ihren vorderen Enden über die Schuhe 14, 14 mit der drehbaren Taumelscheibe 11 in Verbindung. Die einzelnen Kolben 9 sind verschieblich in entsprechenden Zylinderbohrungen 8 aufgenommen, so daß sie in den Zylinderbohrungen 8 zu einer hin- und hergehenden Bewegung angetrieben werden können, und weisen hintere Enden auf, die als Kompressionsenden ausgeführt sind.

Wie in Fig. 3 gezeigt, stehen von der rückwärtigen Oberfläche der drehbaren Taumelscheibe 11 ein Paar Halterungen 15, 15 ab, welche einen Teil der Gelenkeinheit "K" darstellen und zu beiden Seiten des oberen Totpunkts "T" der drehbaren Taumelschei-

17.12.99

13

be 11 angeordnet sind, und die Antriebswelle 6 ist so angeordnet, daß sie zwischen den zwei Halterungen 15, 15 der drehbaren Taumelscheibe 11 liegt. Ein Paar von Führungsstiften 16 sind einerseits an den Halterungen 15 fixiert, und andererseits sind die zwei Führungsstifte 16 jeweils mit einem kugeligen Element 16a verbunden.

Ein Paar von Stützarmen 17, 17, welche den restlichen Teil der Gelenkeinheit "K" bilden, stehen von einer oberen vorderen Oberfläche des Rotors 10 in Rückwärtsrichtung der Antriebswelle 6 ab, und zwar in der Weise, daß die Stützarme 17, 17 den Führungsstiften 16, 16 gegenüberliegen. Ein rundes Führungsloch 17a ist linear ausgebildet am vorderen Ende jedes Stützarms 17 parallel zu einer durch die Drehachse "y" der Antriebswelle 6 und den oberen Totpunkt "T" der drehbaren Taumelscheibe 11 bestimmten Ebene vorgesehen, und zwar in einer Richtung, in der sich das Führungsloch 17a der Drehachse "y" der Antriebswelle 6 radial von außen annähert. Eine innere Umfangsoberfläche des Führungslochs 17a dient als Führungsfläche, und das kugelige Element 16a jedes Führungsstiftes 16 ist drehbar und verschieblich in dem Führungsloch (oder Führungsfläche) 17a jedes Stützarms 17 aufgenommen.

Wie in Fig. 1 gezeigt, ist das Innere des hinteren Gehäuses 3 in einen Saugraum 30 und einen Ausstoß- oder Druckraum 31 geteilt. In einer Ventilplatte 4 sind Saugöffnungen 32 und Drucköffnungen 33 derart ausgebildet, daß sie positionsmäßig zu entsprechenden Zylinderbohrungen 8 korrespondieren. Ein zwischen der Ventilplatte 4 und den Kompressionsenden der jeweiligen Kolben 9 gebildeter Kompressionsraum steht mit dem Saugraum 30 und dem Druckraum 31 über die Saugöffnungen und Drucköffnungen 32 und 33 in Verbindung. Jede Saugöffnung 32 wird von einem Saugventil abgedeckt, welches die Saugöffnung 32 entsprechend

der hin- und hergehenden Bewegung des Kolbens 9 öffnet und schließt. Jede Drucköffnung 33 wird von einem Druckventil abgedeckt, welches die Drucköffnung 33 entsprechend der hin- und hergehenden Bewegung des Kolbens 9 öffnet und schließt, wobei die Öffnungsbewegung des Druckventils durch eine Haltevorrichtung 34 begrenzt ist.

Das hintere Gehäuse 3 nimmt ein Steuer- oder Regelventil (nicht gezeigt) auf, welches das Druckniveau in dem im vorstehenden erwähnten Kurbelraum 5 angepaßt verändert.

Bei dem beschriebenen Verdichter, wie in Fig. 2 gezeigt, bildet eine Mittellinie  $L_1$  jedes Führungslochs des Führungslochpaars 17a, 17a (in Fig. 2 ist nur ein Führungsloch 17a typisch dargestellt), d.h. eine Linie, die eine vorgegebene Richtung anzeigt, in der sich das Führungsloch 17a erstreckt, einen charakteristischen Winkel " $\alpha$ " bezüglich einer zur Drehachse "y" der Antriebswelle 6 senkrechten Linie.

Hierbei ist, wenn eine Überschneidung des hinteren Endes des Zylinderblocks 1 und der Drehachse "y" der Antriebswelle 6 als Ursprung "0" definiert ist, eine Achse, die mit der Drehachse "y" der Antriebswelle 6 zusammenfällt und einen positiven Bereich aufweist, der sich von dem Ursprung "0" in Richtung eines vorderen Endes der Antriebswelle 6 erstreckt, als y-Achse definiert, eine Achse, die senkrecht zu der y-Achse verläuft und einen positiven Bereich aufweist, der sich von dem Ursprung "0" in Richtung des oberen Totpunkts der Taumelscheibe erstreckt, als x-Achse definiert. Zwar kann man eine z-Achse definieren, nämlich als Achse, die von dem Ursprung "0" in einer zu einer durch die x-Achse und die y-Achse definierten Ebene senkrechten Richtung verläuft; jedoch bleiben alle Positionen zu beiden Seiten der Taumelscheibe 11 in Richtung der

z-Achse während der Drehbewegung der Taumelscheibe 11 zur Änderung ihres Neigungswinkels unverändert. Aus diesem Grund bedarf es bei der Analyse der Drehbewegung der Taumelscheibe 11 bezüglich der z-Achse keiner Berücksichtigung.

Die Analyse des Winkels " $\alpha$ " der Linie  $L_1$  des Führungslochs 17a der Gelenkeinheit K ist nachfolgend in bezug auf die x-Achse und die y-Achse beschrieben.

Vor Beginn der Beschreibung der Analyse sollen zunächst die folgenden Definitionen gegeben werden.

- $P_0$ : eine Überschneidung zwischen einer durch die x-Achse und die y-Achse definierten Ebene und einer Achse, um die sich die Taumelscheibe dreht, um ihren Neigungswinkel zu verändern
- $P_1$ : die Mitte beider kugeligen Elemente 16a, 16a des Führungsstiftes 16
- $P_2$ : eine Überschneidung zwischen der durch die x-Achse und die y-Achse definierten Ebene und einer Achse, um die sich die Schuhe 14, 14 bezüglich der jeweiligen Kolben 9 drehen
- H: ein Abstand oder eine Länge zwischen den Kompressionsenden jedes Kolbens 9 und dem Punkt  $P_2$
- $L_0$ : eine Linie, entlang welcher die durch die x-Achse und die y-Achse definierte Ebene und eine mittige Ebene der Taumelscheibe 11 einander kreuzen



- $L_1$ : die Mittellinie des Führungslochs oder der Führungsfläche 17a des Stützarms 17
- a: ein vertikaler Abstand zwischen der Linie  $L_0$  und dem Punkt  $P_0$  (wird als positiv angesehen, wenn in der Vorwärtsrichtung betrachtet, und als negativ, wenn in der Rückwärtsrichtung betrachtet)
- b: ein Abstand zwischen der y-Achse und dem Punkt  $P_0$  (wird als positiv angesehen, wenn in der Richtung gegen den oberen Totpunkt hin betrachtet, und als negativ, wenn in der Richtung gegen den unteren Totpunkt hin betrachtet)
- c: ein Abstand zwischen Punkten auf den von den Punkten  $P_0$  und  $P_1$  auf die obenerwähnte Linie " $L_0$ " gefällten Lotrechten, abzüglich des Abstandes "b"
- d: ein vertikaler Abstand zwischen der Linie " $L_0$ " und dem Punkt  $P_1$
- e: ein Abstand zwischen der y-Achse und dem Punkt  $P_2$
- $\theta$ : ein Neigungswinkel der Taumelscheibe 11 bei einer gegebenen Verdichtungsleistung
- $\theta_0$ : ein Neigungswinkel der Taumelscheibe 11 bei der maximalen Verdichtungsleistung
- $\theta_1$ : ein Neigungswinkel der Taumelscheibe 11 bei der kleinsten Verdichtungsleistung

- TC: das obere Spiel des Kolbens 9 in seinem oberen Totpunkt
- TC<sub>0</sub>: das obere Spiel des Kolbens 9 bei der maximalen Verdichtungsleistung
- TC<sub>1</sub>: das obere Spiel des Kolbens 9 bei der kleinsten Verdichtungsleistung

Sodann können die Koordinaten des Punktes P<sub>0</sub> (P<sub>0x</sub>, P<sub>0y</sub>) durch die Gleichungen (1) und (2) wie folgt definiert werden.

$$P_{0x} = b \quad \text{--- (1)}$$

$$P_{0y} = TC + H + (e - b) \tan \theta + a / \cos \theta \quad \text{--- (2)}$$

Ferner können die Koordinaten des Punktes P<sub>1</sub> (P<sub>1x</sub>, P<sub>1y</sub>) durch die Gleichungen (3) und (4) wie folgt definiert werden.

$$P_{1x} = P_{0x} + (d - a) \sin \theta + (c - b) \cos \theta \quad \text{--- (3)}$$

$$P_{1y} = P_{0y} + (d - a) \cos \theta - (c - b) \sin \theta \quad \text{--- (4)}$$

Die Mittellinie L<sub>1</sub> des Führungslochs 17a des Stützarms 17 in dem x-, y-Koordinatensystem können durch die untenstehende Gleichung (5) definiert werden.

$$y = ux + v \quad \text{--- (5)}$$

worin u eine Neigung der Mittellinie L<sub>1</sub> und v der Wert, bei dem die Mittellinie L<sub>1</sub> die y-Achse kreuzt. Dann kann die Neigung "u" der Mittellinie L<sub>1</sub> durch die folgende Gleichung (6) ausgedrückt werden.

$$u = \tan \alpha$$

--- (6)

Ferner wird berücksichtigt, den Zusammenhang zwischen dem Neigungswinkel  $\theta$  der Taumelscheibe 11 und dem oberen Spiel TC des Kolbens 9 zu erhalten. Hierbei kann, weil der Punkt  $P_1$  stets auf der Mittellinie  $L_1$  liegt und sich auf der Linie  $L_1$  in Abhängigkeit von einer Änderung des Neigungswinkels  $\theta$  der Taumelscheibe 11 bewegt, die folgende Gleichung (7) aus der Gleichung (5) abgeleitet werden.

$$P_{1y} = uP_{1x} + v$$

--- (7)

Wenn die Gleichungen (1) bis (4) auf die Gleichung (7) angewendet werden, erhält man die folgende Gleichung.

$$TC + H + (e - b) \tan \theta + a/\cos \theta + (d - a) \cos \theta - (c - b) \sin \theta = u\{b + (d - a) \sin \theta + (c - b) \cos \theta + v$$

Somit kann die folgende Gleichung (8) aus der obigen Gleichung erhalten werden.

$$TC = u\{b + (d - a) \sin \theta + (c - b) \cos \theta\} + v - \{H + (e - b) \tan \theta + a/\cos \theta + (d - a) \cos \theta - (c - b) \sin \theta\}$$

--- (8)

Hierbei wird berücksichtigt, einen spezifischen Wert des Neigungswinkels " $\alpha$ " der Mittellinie  $L_1$  zu erhalten, damit die Veränderung des oberen Spiels TC ein Minimum wird. Im einzelnen wird, um das Ausmaß der Änderung des obigen Spiels TC infolge der Änderung des Neigungswinkels  $\theta$  der Taumelscheibe 11 zu reduzieren, der Wert von " $u$ " bestimmt, um zu  $TC_0 = TC_1$  zu gelangen. Aus der Gleichung (8) sind

$$TC_0 = um_0 + v - n_0 \quad \text{--- (9)}$$

$$TC_1 = um_1 + v - n_1 \quad \text{--- (10)}$$

Jedoch müssen die folgenden Beziehungen erfüllt sein.

$$m_0 = b + (d - a) \sin \theta_0 + (c - b) \cos \theta_0$$

$$n_0 = H + (e - b) \tan \theta_0 + a/\cos \theta_0 + (d - a) \cos \theta_0 - (c - b) \sin \theta_0$$

$$m_1 = b + (d - a) \sin \theta_1 + (c - b) \cos \theta_1$$

$$n_1 = H + (e - b) \tan \theta_1 + a/\cos \theta_1 + (d - a) \cos \theta_1 - (c - b) \sin \theta_1$$

Wenn die Beziehung  $TC_0 = TC_1$  auf die Gleichungen (9) und (10) angewendet wird, wird der Wert "u" wie unten bestimmt.

$$u = (n_1 - n_0)/(m_1 - m_0) \quad \text{--- (11)}$$

Demgemäß kann durch Anwendung der Gleichung (11) auf die Gleichung (6) der Wert "α" durch die Gleichung (12) wie folgt bestimmt werden.

$$\alpha = \tan^{-1} \{(n_1 - n_0)/(m_1 - m_0)\} \quad \text{--- (12)}$$

Somit wird bei dem Verdichter gemäß der ersten Ausführungsform der Winkel "α" der Mittellinie  $L_1$  bestimmt aus der Position  $P_0$  der Achse, um die die Taumelscheibe 11 gedreht wird, um ihren Neigungswinkel zu verändern, der Mitte  $P_1$  des kugeligen Elements 16a des Führungsstifts 16, dem Punkt  $P_2$ , an dem eine auf der Kompression beruhende Reaktionskraft an der Taumelscheibe 11, ausgehend von einem der Kolben 9, der zum oberen Totpunkt bewegt wird, dem maximalen Neigungswinkel  $\theta_0$  der Taumel-

scheibe 11 und dem minimalen Neigungswinkel  $\theta_1$  der Taumelscheibe 11. Demnach werden bei der Konstruktion der Gelenkeinheit K die Führungslöcher 17a, 17a der beiden Stützarme 17, 17 so gebohrt, daß die Mittellinie  $L_1$  der Führungslöcher so geneigt ist, daß sie den wie oben bestimmten Winkel " $\alpha$ " aufweist.

Wenn der die Gelenkeinheit "K" in der im vorstehenden beschriebenen Ausgestaltung aufweisende Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung betrieben wird, indem die Antriebswelle 6 durch eine externe Antriebskraft, wie etwa der von einem externen Fahrzeugmotor vermittelten Antriebskraft, in Rotation versetzt wird, dreht sich die Taumelscheibe 11. Somit werden die jeweiligen Kolben 9 durch die drehbare Taumelscheibe 11 und die Schuhe 14, 14 innerhalb der entsprechenden Zylinderbohrungen 8 zu einer Hin- und Herbewegung angetrieben. Damit wird das Kältemittelgas aus dem Saugraum 30 in die jeweiligen Kompressionsräume innerhalb der Zylinderbohrungen 8 gesaugt und darin verdichtet. Das komprimierte Kältemittelgas seinerseits wird aus den Kompressionsräumen in den Druckraum 31 ausgeschoben. Die Leistung des in den Druckraum 31 ausgeschobenen komprimierten Kältemittelgases wird durch das Steuer- oder Regelventil angepaßt verändert, wodurch der in dem Kurbelraum 5 herrschende Druck angepaßt verändert wird.

Während des Betriebs des Verdichters werden die kugeligen Elemente 16a, 16a der Führungsstifte 16, 16 stets durch die Führungslöcher 17a, 17a geführt, die zumindest einen Teil aufweisen, der - senkrecht zu der Mittellinie  $L_1$  betrachtet - einen runden Querschnitt aufweist. Daraus ergibt sich, daß, selbst wenn sich die Taumelscheibe 11 aus ihrer gewöhnlichen Position, bezogen auf den Rotor 10, verdreht, der linienförmige Kontakt der kugeligen Elemente 16a, 16a der Führungsstifte 16, 16 der Gelenkeinheit "K" mit den Führungslöchern 17a, 17a der Stütz-

arme 17, 17 des Rotors 10 aufrechterhalten bleibt. Dementsprechend können die Saugkraft, die aus der Kompression folgende Reaktionskraft und das Drehmoment, welche auf die Taumelscheibe 11 wirken, durch die Linienkontaktbereiche der Gelenkeinheit "K" stabil abgetragen werden.

Ferner ergibt es sich bei dem beschriebenen Verdichter, daß, weil die runden Führungslöcher (Führungsflächen) 17a, 17a des Paares von Stützarmen 17, 17 sich in der Weise erstrecken, daß der runde Querschnitt jedes runden Führungslochs 17a eine Ebene kreuzt, entlang der die Drehung des Rotors 16 stattfindet, das von der Antriebswelle 6 auf den Rotor 10 übertragene Drehmoment leicht auf die kugeligen Elemente 16a, 16a der Führungsstifte 16, 16 der Gelenkeinheit "K" übertragen werden kann. Demnach kann während des Betriebs des Verdichters die Gelenkeinheit "K" zur drehbaren Stützung der drehbaren Taumelscheibe 11 sicher davor geschützt werden, einen abnormalen Verschleiß zu erleiden. Dadurch kann die Dauerhaftigkeit der Gelenkeinheit "K" und damit des Verdichters verbessert werden.

Überdies kann das obere Spiel TC der jeweiligen Kolben 9 so gesetzt werden, daß es bei der größten wie auch bei der kleinsten Verdichtungsleistung wertgleich ist. Demnach kann, selbst wenn eine Änderung des oberen Spiels TC entlang einer nach oben gekrümmten Kurve, wie durch die Kurve "E" in Fig. 6 gezeigt, während der Änderung des Neigungswinkels der Taumelscheibe 11 vom kleinsten Winkel  $\theta_1$  zum größten Winkel  $\theta_0$  stattfindet, die höchste Position der Kurve "E", d.h. das Ausmaß der Änderung des oberen Spiels TC, so unterdrückt werden, daß es den kleinstmöglichen Wert annimmt. Damit kann der volumetrische Verdichtungswirkungsgrad des Kompressors ein Optimum sein.

Bei der zweiten Ausführungsform der Erfindung wird der Winkel  $\alpha$  der Mittellinie  $L_1$  der Führungslöcher 17a, 17a des Stützarms 17, 17 des Rotors 10 des Verdichters auf andere Art und Weise gesetzt wie bei der beschriebenen ersten Ausführungsform. Im übrigen entspricht der mechanische Aufbau der Gelenkeinheit "K" und des übrigen Teils des Verdichters dem der ersten Ausführungsform.

Bei der zweiten Ausführungsform wird der obenerwähnte Winkel  $\alpha$  so gesetzt, daß das obere Spiel TC der jeweiligen Kolben 9 während der Änderung der Verdichtungsleistung von der kleinsten zur größten Verdichtungsleistung des Kompressors ein Minimum wird. Im einzelnen wird der Winkel  $\alpha$  so bestimmt, daß die Beziehung  $TC_0 \leq TC$  während einer Veränderung in dem Neigungswinkel " $\theta$ " der Taumelscheibe 11 vom kleinsten Winkel  $\theta_1$  zum größten Winkel  $\theta_0$  stets erfüllt ist.

Dazu wird aus der Gleichung (11) die folgende Ungleichung (13) erhalten.

$$u \leq (n - n_0)/(m - m_0) \quad \text{--- (13)}$$

Jedoch müssen die folgenden Gleichungen erfüllt sein.

$$n = H + (e - b) \tan \theta + a/\cos \theta + (d - a) \cos \theta - (c - b) \sin \theta$$

$$m = b + (d - a) \sin \theta + (c - b) \cos \theta$$

Somit läßt sich aus der Gleichung (6) der Neigungswinkel  $\alpha$  der Mittellinie  $L_1$  der Führungslöcher 17a, 17a durch die folgende Gleichung (14) bestimmen.

$$\alpha \leq \tan^{-1} \{(n - n_0)/(m - m_0)\} \quad \text{--- (14)}$$

Im einzelnen wird bei der zweiten Ausführungsform der Winkel " $\alpha$ " der Mittellinie  $L_1$  der Führungslöcher 17a, 17a bestimmt aus der Position  $P_0$  der Achse, um die sich die Taumelscheibe 11 dreht, um ihren Neigungswinkel zu verändern, der Mitte  $P_1$  des kugeligen Elements 16a des Führungsstifts 16, dem Punkt  $P_2$ , bei dem eine aus der Kompression folgende Reaktionskraft, ausgehend von einem der Kolben 9, der zum oberen Totpunkt bewegt wird, auf die Taumelscheibe 11 wirkt, und dem maximalen Neigungswinkel  $\theta_0$  der Taumelscheibe 11. Somit werden bei der Ausgestaltung der Gelenkeinheit K gemäß der zweiten Ausführungsform die Führungslöcher 17a, 17a des Stützarms 17 so gebohrt, daß deren Mittellinie  $L_1$  so geneigt ist, daß sie den obigen Winkel " $\alpha$ " aufweist, der so bestimmt ist, daß die Ungleichung (14) erfüllt ist.

Bei dem mit der Gelenkeinheit "K" gemäß der zweiten Ausführungsform ausgestatteten Verdichter nimmt das obere Spiel TC der jeweiligen Kolben 9 den kleinsten Wert an, wenn der Verdichter mit der maximalen Leistung betrieben wird. Im übrigen ist das Verhalten des Verdichters gemäß der zweiten Ausführungsform ähnlich dem des Verdichters gemäß der ersten Ausführungsform.

Gemäß der zweiten Ausführungsform genügt es, daß bei der Montage des Verdichters eine Bedienungsperson oder ein Monteur sich davon überzeugt, daß das obere Spiel TC der jeweiligen Kolben 9 bei der maximalen Verdichtungsleistung geeignet auf einen vorgesehenen kleinsten Wert gesetzt ist, um es zu ermöglichen, daß die Kolben 9 daran gehindert werden, bei Betrieb des Verdichters in direkten Kontakt mit der Ventilplatte 4 zu kommen. Damit kann die Montage des Verdichters vereinfacht werden, indem mühsames Messen des oberen Spiels TC der Kolben 9 bei verschiedenen Verdichtungsleistungen erspart werden kann.



Dadurch lassen sich Herstellung und Montage des Verdichters leicht durchführen.

Weiter, weil das obere Spiel TC der Kolben 9 bei der maximalen Verdichtungsleistung, wo die maximale Kühlleistung benötigt wird, auf den kleinsten Wert gesetzt werden kann, kann mit dem Verdichter gemäß der zweiten Ausführungsform der maximale volumetrische Wirkungsgrad des Verdichters erreicht werden.

Wie im vorstehenden ausführlich beschrieben, verwendet der mit der erfindungsgemäßen Gelenkeinheit "K" ausgestattete Verdichter die in den Ansprüchen beschriebene Ausgestaltung. Damit lassen sich die folgenden ausgezeichneten Wirkungen erzielen.

- (1) Selbst wenn die Taumelplatte - bezogen auf den Rotor - in Querrichtung geneigt ist (oder um eine Achse verdreht ist, die sowohl zu der Drehachse der Antriebswelle wie auch der Drehachse der Taumelscheibe senkrecht steht), gelangen die kugeligen Elemente der Führungsstifte mit den Führungsflächen in einen Zustand der linienförmigen Berührung. Demnach ist die Gelenkeinheit stets vor abnormalem Verschleiß geschützt. Demzufolge kann dieser Verdichter eine ausgezeichnete Dauerhaftigkeit aufweisen.
- (2) Weil das obere Spiel der Kolben auf gewünschte, durch das spezifische Entwurfskonzept der Gelenkeinheit "K" bestimmte Bedingungen gesetzt ist, kann der volumetrische Wirkungsgrad des Verdichters optimal sein.
- (3) Der Verdichter ist leicht herstellbar.

EP 96 109 731.8

## PATENTANSPRÜCHE

1. Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung, umfassend:

Gehäusemittel (1, 2, 3), in welchen ein Kurbelraum (5), ein Saugraum (30), ein Druckraum (31) und mehrere, in fluidischer Verbindung mit dem Saugraum, dem Druckraum und dem Kurbelraum stehende Zylinderbohrungen (8) ausgebildet sind;

einen in jeder Zylinderbohrung (8) derart vorgesehenen Kolben (9), daß er in der Zylinderbohrung (8) eine hin- und hergehende Gleitbewegung auszuführen vermag, wobei der Kolben (9) ein Kompressionsende aufweist, welches mit der jeweiligen Zylinderbohrung (8) zusammenzuwirken vermag, um ein Kältemittel zu verdichten;

eine von den Gehäusemitteln (1, 2, 3) gestützte Antriebswelle (6), welche zu einer Drehbewegung um ihre Drehachse (y) antreibbar ist;

einen Rotor (10), welcher in dem Kurbelraum (5) angeordnet ist und mit der Antriebswelle (6) derart verbunden ist, daß er zusammen mit ihr rotiert;

eine Taumelscheibe (11), welche von dem Rotor (10) über Gelenkmittel (K) derart drehbar gehalten ist, daß ihr Neigungswinkel veränderbar ist; und

Verbindungsmittel, welche zwischen der Taumelscheibe (11) und jedem der mehreren Kolben (9) angeordnet sind, wobei die Verbindungsmittel dazu vorgesehen sind, eine Taumelbewegung der Taumelscheibe (11) in eine hin- und hergehende Bewegung der Kolben (9) umzusetzen, wobei der Neigungswinkel der Taumelscheibe (11) durch den Druck in dem Kurbelraum (5) beeinflussbar ist, um die Verdichtungsleistung des Verdichters zu verändern,

wobei die Gelenkmittel (K) einen Stützarm (17) umfassen, der von dem Rotor (10) nach hinten absteht, und einen Führungsstift (16), der einerseits an der Taumelscheibe (11) befestigt ist, wobei der Stützarm (17) eine Führungsfläche aufweist, die parallel zu einer Fläche ist, welche durch die Drehachse der Antriebswelle (6) bestimmt ist und außerdem durch den oberen Totpunkt (T) der Taumelscheibe (11) bestimmt ist, wobei sich die Führungsfläche in einer vorgegebenen Richtung erstreckt, in der sich die Führungsfläche der Drehachse der Antriebswelle (6) von außen nähert, wobei die Führungsfläche derart ausgebildet ist, daß zumindest ein vorderer Teil eines Abschnitts der Führungsfläche, senkrecht zu einer Mittellinie der Führungsfläche gesehen, einen Kreisbogen bildet, und wobei das andere Ende des Führungsstiftes (16) mit einem kugelförmigen Element (16a) versehen ist, welches mit der Führungsfläche in Verbindung steht,

dadurch gekennzeichnet, daß

$$b \neq 0,$$

wobei, wenn eine Überschneidung des hinteren Endes des Zylinderblocks (1) und der Drehachse der Antriebswelle (6) als Ursprung "0" definiert ist, eine Achse, die mit der Drehachse der Antriebswelle (6) zusammenfällt und einen positiven Bereich aufweist, der sich von dem Ursprung 0 in Richtung eines vorderen Endes der Antriebswelle (6) erstreckt, als y-Achse definiert ist, eine Achse, die senkrecht zu der y-Achse verläuft und sich von dem Ursprung 0 in Richtung des oberen Totpunkts (T) der Taumelscheibe (11) erstreckt, als x-Achse definiert ist, eine Überschneidung zwischen einer durch die x-Achse und die y-Achse definierten Ebene und einer Achse, um die sich die Taumelscheibe zur Veränderung ihres Neigungswinkels dreht, als Punkt  $P_0$  definiert ist, und "b" als der Abstand zwischen der y-Achse und dem Punkt  $P_0$  definiert ist,

und daß die vorgegebene Erstreckungsrichtung der Führungsfläche bestimmt ist unter Berücksichtigung einer Position, um die sich die Taumelscheibe (11) zur Veränderung ihres Neigungswinkels dreht, einer Mitte des kugeligen Elements (16a) des Führungsstiftes (16) und des größten und kleinsten Neigungswinkels der Taumelscheibe (11), wodurch eine Größe des oberen Spiels TC jedes Kolbens (9), definiert als ein Spalt zwischen dem Kompressionsende jedes Kolbens (9) und einem Ende der dazugehörigen Zylinderbohrung (8), bei der größten und bei der kleinsten Verdichtungsleistung des Verdichters unverändert bleibt.

2. Verdichter nach Anspruch 1, worin die Gehäusemittel (1, 2, 3) einen Zylinderblock (1) umfassen, in welchem die mehreren Zylinderbohrungen (8) derart ausgebildet sind, daß sie sich in axialer Richtung parallel und in einem Winkelabstand zueinander um die Drehachse der Antriebswelle (6) erstrecken, wobei der Zylinderblock (1) ein axiales vorderes Ende benachbart zu dem Kurbelraum (5) und ein axiales hinteres Ende benachbart zu dem Saug- und Druckraum aufweist, wobei, wenn ein Winkel, der sich zwischen der Mittellinie der sich entlang ihrer vorgegebenen Richtung erstreckenden Führungsfläche und einer die Mittellinie der Führungsfläche schneidenden und sich senkrecht zu der Drehachse der Antriebswelle (6) erstreckenden Linie erstreckt, als " $\alpha$ " bezeichnet wird, der Winkel " $\alpha$ " so gesetzt ist, daß die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$\alpha = \tan^{-1} \{(n_1 - n_0)/(m_1 - m_0)\}$$

wenn  $n_0$ ,  $n_1$ ,  $m_0$ ,  $m_1$  durch die folgenden Gleichungen definiert sind

$$n_0 = H + (e - b) \tan \theta_0 + a/\cos \theta_0 + (d - a) \cos \theta_0 - (c - b) \sin \theta_0$$

$$n_1 = H + (e - b) \tan \theta_1 + a/\cos \theta_1 + (d - a) \cos \theta_1 - (c - b) \sin \theta_1$$

$$m_0 = b + (d - a) \sin \theta_0 + (c - b) \cos \theta_0$$

$$m_1 = b + (d - a) \sin \theta_1 + (c - b) \cos \theta_1$$

wobei die Mitte des kugeligen Elements (16a) des Führungstiftes (16) als Punkt  $P_1$  definiert ist, eine Überschnei-

dung zwischen der durch die x-Achse und die y-Achse definierten Ebene und einer Achse, um die sich die Verbindungsmittel bezüglich eines jeden der Kolben (9) drehen, als Punkt  $P_2$  definiert ist, eine Länge zwischen dem Kompressionsende jedes Kolbens (9) und dem Punkt  $P_2$  als "H" definiert ist, eine Linie, entlang welcher die durch die x-Achse und die y-Achse definierte Ebene und eine mittige Ebene der Taumelscheibe (11) einander schneiden, als Schnittlinie " $L_0$ " definiert ist, und die Mittellinie der Führungsfläche des Stützarms (17) als Linie " $L_1$ " definiert ist, "a" als vertikaler Abstand zwischen der Linie  $L_0$  und dem Punkt  $P_0$  definiert ist, "c" als Abstand zwischen den Punkten auf den von den Punkten  $P_0$  und  $P_1$  auf die oben erwähnte Linie " $L_0$ " gefällten Lotrechten, abzüglich des Abstandes "b", definiert ist, "d" als vertikaler Abstand zwischen der Linie " $L_0$ " und dem Punkt  $P_1$  definiert ist, "e" als Abstand zwischen der y-Achse und dem Punkt  $P_2$  definiert ist, " $\theta_0$ " als Neigungswinkel der Taumelscheibe (11) bei der größten Verdichtungsleistung definiert ist und " $\theta_1$ " als Neigungswinkel der Taumelscheibe (11) bei der kleinsten Verdichtungsleistung definiert ist.

3. Taumelscheiben-Verdichter mit veränderlicher Leistung, umfassend:

Gehäusemittel (1, 2, 3), in welchen ein Kurbelraum (5), ein Saugraum (30), ein Druckraum (31) und mehrere, in fluidischer Verbindung mit dem Saugraum, dem Druckraum und dem Kurbelraum stehende Zylinderbohrungen (8) ausgebildet sind;

mehrere Kolben 9, welche in den mehreren Zylinderbohrungen (8) so vorgesehen sind, daß sie in den Zylinderbohrun-

gen (8) eine hin- und hergehende Gleitbewegung auszuführen vermögen, wobei jeder der Kolben (9) ein Kompressionsende aufweist, welches mit der jeweiligen Zylinderbohrung (8) zusammenzuwirken vermag, um ein Kältemittel zu verdichten;

eine von den Gehäusemitteln (1, 2, 3) gestützte Antriebswelle (6), welche zu einer Drehbewegung um ihre Drehachse antreibbar ist;

einen Rotor (10), welcher in dem Kurbelraum (5) angeordnet ist und mit der Antriebswelle (6) derart verbunden ist, daß er zusammen mit ihr rotiert;

eine Taumelscheibe (11), welche von dem Rotor (10) über Gelenkmittel (K) derart drehbar gehalten ist, daß ihr Neigungswinkel veränderbar ist; und

Verbindungsmittel, welche zwischen der Taumelscheibe (11) und jedem der mehreren Kolben (9) angeordnet sind, wobei die Verbindungsmittel dazu vorgesehen sind, eine Taumelbewegung der Taumelscheibe (11) in eine hin- und hergehende Bewegung der Kolben (9) umzusetzen, wobei der Neigungswinkel der Taumelscheibe (11) durch den Druck in dem Kurbelraum (5) beeinflussbar ist, um die Verdichtungsleistung des Verdichters zu verändern,

wobei die Gelenkmittel (K) einen Stützarm (17) umfassen, der von dem Rotor (10) nach hinten absteht, und einen Führungsstift (16), der einerseits an der Taumelscheibe (11) befestigt ist, wobei der Stützarm (17) eine Führungsfläche aufweist, die parallel zu einer Fläche ist, welche durch die Drehachse der Antriebswelle (6) bestimmt ist und außerdem durch den oberen Totpunkt (T) der Taumelschei-

be (11) bestimmt ist, wobei sich die Führungsfläche in einer vorgegebenen Richtung erstreckt, in der sich die Führungsfläche der Drehachse der Antriebswelle (6) von außen nähert, wobei die Führungsfläche derart ausgebildet ist, daß zumindest ein vorderer Teil eines Abschnitts der Führungsfläche, senkrecht zu einer Mittellinie der Führungsfläche gesehen, einen Kreisbogen bildet, und wobei das andere Ende des Führungsstiftes (16) mit einem kugelförmigen Element (16a) versehen ist, welches mit der Führungsfläche in Verbindung steht,

dadurch gekennzeichnet, daß

$$b \neq 0,$$

wobei, wenn eine Überschneidung des hinteren Endes des Zylinderblocks (1) und der Drehachse der Antriebswelle (6) als Ursprung "0" definiert ist, eine Achse, die mit der Drehachse der Antriebswelle (6) zusammenfällt und einen positiven Bereich aufweist, der sich von dem Ursprung 0 in Richtung eines vorderen Endes der Antriebswelle (6) erstreckt, als y-Achse definiert ist, eine Achse, die senkrecht zu der y-Achse verläuft und sich von dem Ursprung 0 in Richtung des oberen Totpunkts (T) der Taumelscheibe (11) erstreckt, als x-Achse definiert ist, eine Überschneidung zwischen einer durch die x-Achse und die y-Achse definierten Ebene und einer Achse, um die sich die Taumelscheibe zur Veränderung ihres Neigungswinkels dreht, als Punkt  $P_0$  definiert ist, und "b" definiert ist als der Abstand zwischen der y-Achse und dem Punkt  $P_0$ ,

und daß die vorgegebene Erstreckungsrichtung der Führungsfläche bestimmt ist unter Berücksichtigung einer Position,



um die sich die Taumelscheibe (11) zur Veränderung ihres Neigungswinkels dreht, einer Mitte des kugeligen Elements (16a) des Führungsstiftes (16) und des größten Neigungswinkels der Taumelscheibe (11), wodurch eine Größe des oberen Spiels TC jedes Kolbens (9), definiert als ein Spalt zwischen dem Kompressionsende jedes Kolbens (9) und einem Ende der dazugehörigen Zylinderbohrung (8), bei der größten Verdichtungsleistung des Verdichters den kleinstmöglichen Wert annimmt.

4. Verdichter nach Anspruch 3, worin die Gehäusemittel (1, 2, 3) einen Zylinderblock (1) umfassen, in welchem die mehreren Zylinderbohrungen (8) derart ausgebildet sind, daß sie sich in axialer Richtung parallel und in einem Winkelabstand zueinander um die Achse der Antriebswelle (6) erstrecken, wobei der Zylinderblock (1) ein axiales vorderes Ende benachbart zu dem Kurbelraum (5) und ein axiales hinteres Ende benachbart zu dem Saug- und Druckraum aufweist, wobei, wenn ein Winkel, gemessen zwischen der Mittellinie der sich entlang ihrer vorgegebenen Richtung erstreckenden Führungsfläche und einer die Mittellinie der Führungsfläche schneidenden und sich senkrecht zu der Drehachse der Antriebswelle (6) erstreckenden Linie, als " $\alpha$ " bezeichnet wird, der Winkel " $\alpha$ " so gesetzt ist, daß die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$\alpha \leq \tan^{-1} \{(n - n_0)/(m - m_0)\}$$

wenn  $n$ ,  $n_0$ ,  $m$ ,  $m_0$  durch die folgenden Gleichungen definiert sind

$$n = H + (e - b) \tan \theta + a/\cos \theta + (d - a) \cos \theta - (c - b) \sin \theta$$

$$n_0 = H + (e - b) \tan \theta_0 + a/\cos \theta_0 + (d - a) \cos \theta_0 - (c - b) \sin \theta_0$$

$$m = b + (d - a) \sin \theta + (c - b) \cos \theta$$

$$m_0 = b + (d - a) \sin \theta_0 + (c - b) \cos \theta_0$$

wobei die Mitte des kugeligen Elements (16a) des Führungstiftes (16) als Punkt  $P_1$  definiert ist, eine Überschneidung zwischen der durch die x-Achse und die y-Achse definierten Ebene und einer Achse, um die sich die Verbindungsmittel bezüglich eines jeden der Kolben (9) drehen, als Punkt  $P_2$  definiert ist, eine Länge zwischen dem Kompressionsende jedes Kolbens (9) und dem Punkt  $P_2$  als "H" definiert ist, eine Linie, entlang welcher die durch die x-Achse und die y-Achse definierte Ebene und eine mittige Ebene der Taumelscheibe (11) einander schneiden, als Schnittlinie " $L_0$ " definiert ist, und die Mittellinie der Führungsfläche des Stützarms (17) als Linie " $L_1$ " definiert ist, "a" als vertikaler Abstand zwischen der Linie  $L_0$  und dem Punkt  $P_0$  definiert ist, "c" als Abstand zwischen den Punkten auf den von den Punkten  $P_0$  und  $P_1$  auf die Linie " $L_0$ " gefällten Lotrechten, abzüglich des Abstandes "b", definiert ist, "d" als vertikaler Abstand zwischen der Linie " $L_0$ " und dem Punkt  $P_1$  definiert ist, "e" als Abstand zwischen der y-Achse und dem Punkt  $P_2$  definiert ist, " $\theta$ " als Neigungswinkel der Taumelscheibe (11) bei einer gegebenen Verdichtungsleistung definiert ist und " $\theta_0$ " als Neigungswinkel der Taumelscheibe (11) bei der größten Verdichtungsleistung definiert ist.

5. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, worin die Verbindungsmittel mehrere Paare von halbkugelförmigen Schuhen (14) umfassen, wobei die Paare von Schuhen (14) so vorgesehen sind, daß sie jeweils zwischen einem äußeren Umfang der Taumelscheibe (11) und einem von den mehreren Kolben (9) angeordnet sind.
6. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, worin die Taumelscheibe (11) ein Durchgangsloch (20) mit einem gekrümmten Lochbereich (20b) aufweist, welcher mit einer zylindrisch gekrümmten Oberfläche versehen ist, die sich bezüglich der Achse erstreckt, um die die Taumelscheibe (11) gedreht wird, um ihren Neigungswinkel zu ändern.







17.12.99

38

Fig.4

STAND DER TECHNIK

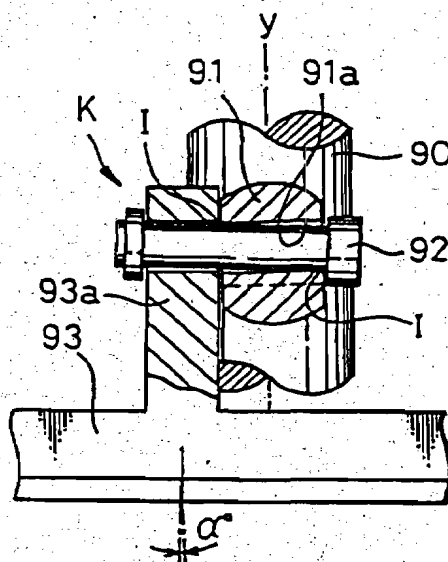
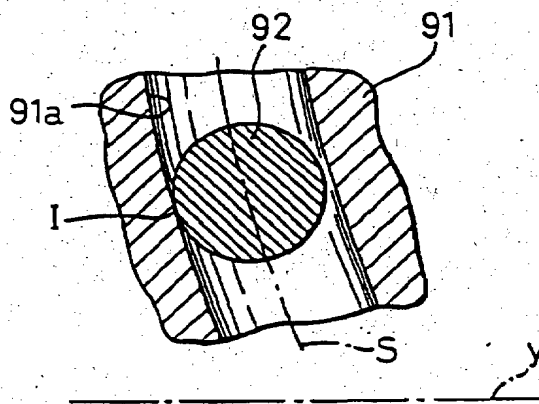


Fig.5

STAND DER TECHNIK



17.12.99

39

Fig.6

